



1100054365

Perpustakaan Sultanah Nur Zahirah (UMT)  
Universiti Malaysia Terengganu



LP 37 FMSM 2 2007



1100054365

Kajian tentang penilaian ciri-ciri optik nyata bagi DCOM (bahan organik terlarut) di perairan Kuala Terengganu / Nur Aida Samiun.

PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU (UMT)  
21030 KUALA TERENGGANU

1100054365		

Lihat sebelah

MAK MILIK  
PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH UMT

KAJIAN TENTANG PENILAIAN CIRI-CIRI OPTIK NYATA  
BAGI CDOM (BAHAN ORGANIK TERLARUT) DI PERAIRAN  
KUALA TERENGGANU

OLEH  
NUR AIDA BT SAMIUN

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi keperluan untuk mendapatkan  
Ijazah Sarjana Muda Sains (Sains Samudera)

FAKULTI PENGURUSAN MARITIM DAN SAINS MARIN  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU  
MALAYSIA  
2007

1100054365



**JABATAN SAINS SAMUDERA  
FAKULTI PENGURUSAN MARITIM DAN SAINS MARIN  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

**PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN  
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II**

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk :

**PENILAIAN CIRI-CIRI OPTIK NYATA BAGI CDOM (BAHAN ORGANIK  
TERLARUT) DI PERAIRAN KUALA TERENGGANU**

oleh **NUR AIDA BT SAMIUN** No. Matrik : **UK 9898** telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Samudera sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperolehi Ijazah **Sarjana Muda Sains (Sains Samudera)**, Fakulti Pengurusan Maritim dan Sains Marin, Universiti Malaysia Terengganu.

Disahkan oleh :

Penyelia Utama **MOHD SUFFIAN IDRIS**  
Pensyarah  
Nama : Institut Oseanografi  
Universiti Malaysia Terengganu (UMT)  
21030 Kuala Terengganu, Terengganu  
Cop Rasmi :

Tarikh : .....

Ketua Jabatan Sains Samudera  
Nama : **DR. RAZAK ZAKARIYA**  
Ketua Jabatan Sains Marin  
Cop Rasmi : Fakulti Pengajian Maritim dan Sains Marin  
Universiti Malaysia Terengganu  
(UMT)

Tarikh : **21/5/07** .....

## *Dedikasi*

*Tesis ini didedikasikan kepada semua yang turut menjayakan hasil kerja ini khususnya kepada ayahanda, bunda, along, anah, along serta insan teristimewa.*

## PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang,

Pertama sekali saya memanjat kesyukuran kepada Allah S.W.T kerana dengan izin dan limpah kurniaNya akhirnya berjaya dapat menyiapkan projek penyelidikan (SKL 4999A/B) ini bagi memenuhi syarat untuk mendapatkan Ijazah Sarjana Muda Sains (Sains Samudera). Setinggi-tinggi ucapan terima kasih buat En. Mohd Suffian Bin Idris selaku penyelia dan Dr. Razak bin Zakariya dalam segala memberikan bimbingan, nasihat, tunjuk ajar dan sungguh bersabar terhadap kerenah saya. Teristimewa sekali buat bonda Markiah Binti Abdul Khalim, ayahanda Samiun Bin Sarif dan kakak-kakak iaitu Noor Aisyah dan Nur Aini serta abang iaitu Muhammad Sallehuddin yang selama ini telah banyak berkorban, membantu dan memberikan semangat serta dorongan yang sangat berguna. Tidak lupa kepada insan yang teristimewa Muhammad Firdaus Bin Jamil di atas dorongan dan bantuan selama ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga kepada rakan-rakan serumah No. 28C di atas bantuan yang dihulurkan. Seterusnya kakak 'Master' iaitu Nurul Adila Bt Hj Rohailan di atas bantuan yang tidak henti-henti semasa menjalankan projek ini. Terima kasih juga buat rakan-rakan seperjuangan program Sarjana Muda Sains (Sains Samudera) sesi 2006/2007, diucapkan selamat maju jaya di dunia dan akhirat. Akhir sekali, kepada semua kakitangan UMT dan orang perseorangan yang terlibat sama dalam menjayakan projek ini. Semoga kalian diberkati oleh Allah.

-Nur Aida Binti Samiun- ('o')

## SENARAI KANDUNGAN

PERKARA	MUKA SURAT
<b>BORANG PENGESAHAN &amp; KELULUSAN TESIS</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	<b>v</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>ix</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
<b>SENARAI SINGKATAN ISTILAH</b>	<b>xv</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xix</b>
<b>1.0 PENGELASAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Objektif	4
<b>2.0 ULASAN BAHAN RUJUKAN</b>	<b>5</b>
2.1 Bahan Organik Terlarut (CDOM)	5
2.2 Penyerakan Cahaya ( <i>b</i> )	6
2.3 Penyerapan Cahaya ( <i>a</i> )	7
2.4 Penyerakan Cahaya Berbalik ( <i>b<sub>b</sub></i> )	8

2.5	Ciri-Ciri Optik Nyata (AOPs)	8
2.5.1	Pekali Pelemahan Peresapan ( $k_d(\lambda)$ )	9
2.5.2	Pembalikan Penderian Jauh ( $R_{rs}(\lambda)$ )	10
2.5.3	Pekali Kesinaran Pembalikan ( $R(\lambda)$ )	10
2.6	Kes 1 dan Kes 2 : Pengelasan Optik	11
<b>3.0</b>	<b>METODOLOGI KAJIAN</b>	12
3.1	Lokasi	12
3.2	Pengukuran di lapangan	13
3.3	Pensampelan sampel air	15
3.3.1	Pengukuran Radiometer	15
3.3.2	Pengukuran Parameter Hidrografi	16
3.4	Analisis Sampel Air	16
3.4.1	Pengukuran Pekali Penyerapan ( $a$ )	17
3.4.2	Pekali Penyerapan ( $a(\lambda)$ )	17
3.5	Pengukuran AOP	18
3.5.1	Pembalikan Penderiaan Jauh ( $R_{rs}(\lambda)$ )	18
3.5.2	Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ )	19
3.6	Penganalisaan data	19
3.6.1	Penentuan perhubungan antara panjang gelombang dengan CDOM	19
3.6.2	Penentuan perhubungan antara AOP dengan CDOM	19



<b>4.0 KEPUTUSAN</b>	21
4.1 Pengukuran Parameter Hidrografi	21
4.1.1 Pengukuran Parameter Fizikal	21
4.1.2 Pengukuran $K_d$ PAR	22
4.2 Penyerapan CDOM	27
4.2.1 Pengukuran antara Penyerapan Cahaya ( $a$ ) dengan setiap Stesen	28
4.3 Perhubungan antara AOP ( $R_{rs}$ dan $K_d$ ) dengan Panjang Gelombang	31
4.3.1 Pembalikan Cahaya Permukaan ( $R_{rs}$ ) dan Panjang Gelombang (nm)	31
4.3.2 Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan Panjang gelombang (nm)	38
4.4 Analisis Pengelasan $R_{rs}$	44
4.5 Hubungan antara AOP dan CDOM	48
4.5.1. Pembalikan Cahaya Permukaan ( $R_{rs}$ ) dan CDOM	48
4.5.2 Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dan CDOM	55
<b>5.0 PERBINCANGAN</b>	61
5.1 Parameter Hidrografi	61
5.2 Penyerapan CDOM ( $a$ )	64
5.3 Perhubungan antara AOP ( $R_{rs}$ dan $K_d$ ) dengan panjang gelombang.	66
5.3.1 Perhubungan antara $R_{rs}$ dengan panjang gelombang	66

5.3.2 Perhubungan antara $K_d$ dengan panjang gelombang	67
5.4 Pengelasan air	68
5.5 Perhubungan Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dan CDOM	69
5.5.1 Pembalikan Cahaya Permukaan ( $R_{rs}$ ) dan CDOM	69
5.5.2 Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dengan penyerapan CDOM	70
<b>6.0 KESIMPULAN</b>	<b>71</b>
<b>SENARAI RUJUKAN</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>76</b>
<b>VITAE KURIKULUM</b>	<b>83</b>

## SENARAI JADUAL

PERKARA	MUKA SURAT
Jadual 3.1 : Kedudukan stesen kajian, kelajuan angin, jenis awan lindungan awan dan masa membuat kajian	14
Jadual 4.1 : Pengukuran parameter fizikal dengan menggunakan YSI	24
Jadual 4.2 : Data pengukuran Secchi disc	25
Jadual 4.3 : Penyerapan CDOM <sub>400</sub> mengikut setiap stesen	29
Jadual 4.4.1 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 1, Stesen 2, Stesen 3 dan Stesen 4	32
Jadual 4.4.2 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 5, Stesen 6, Stesen 7 dan Stesen 8	33
Jadual 4.4.3 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 9, Stesen 10, Stesen 11 dan Stesen 12	34
Jadual 4.4.4 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 13, Stesen 14, Stesen 15 dan Stesen 16	35
Jadual 4.4.5 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 17, Stesen 18, Stesen 19 dan Stesen 20	36

Jadual 4.4.6 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $R_{rs}$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 21 dan Stesen 22	37
Jadual 4.5.1 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $K_d$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 1, Stesen 2, Stesen 3 dan Stesen 4	39
Jadual 4.5.2 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $K_d$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 5, Stesen 6, Stesen 7 dan Stesen 8	40
Jadual 4.5.3 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $K_d$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 9, Stesen 10, Stesen 11 dan Stesen 12	41
Jadual 4.5.4 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $K_d$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 13, Stesen 14, Stesen 15 dan Stesen 18	42
Jadual 4.5.5 : Jadual menunjukkan nilai $K_d$ PAR dan nilai $K_d$ tertinggi bagi setiap komponen untuk setiap Stesen 19, Stesen 20, Stesen 21 dan Stesen 22	43

## SENARAI RAJAH

PERKARA	MUKA SURAT
Rajah 2.1 : Menunjukkan penyerapan cahaya dan pemecahan cahaya setelah melalui zarah-zarah.	7
Rajah 2.2 : Gambar rajah di atas menunjukkan proses yang berlaku dalam AOPs	9
Rajah 3.1 : Peta menunjukkan lokasi stesen kajian	12
Rajah 4.1 : Graf pengukuran Light Meter mengikut stesen	26
Rajah 4.2 : Jenis graf penyerapan CDOM lawan Panjang Gelombang	27
Rajah 4.3 : Jenis Graf Penyerapan CDOM melawan Stesen 1 hingga Stesen 22	30
Rajah 4.4.1 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 1, Stesen 2, Stesen 3 dan Stesen 4	32
Rajah 4.4.2 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 5, Stesen 6, Stesen 7 dan Stesen 8	33
Rajah 4.4.3 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 9, Stesen 10, Stesen 11 dan Stesen 12	34
Rajah 4.4.4 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 13, Stesen 14, Stesen 15 dan Stesen 16	35
Rajah 4.4.5 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 17, Stesen 18, Stesen 19 dan Stesen 20	36
Rajah 4.4.6 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan Panjang Gelombang di Stesen 21 dan Stesen 22	37

Rajah 4.5.1 : Graf Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan panjang gelombang (nm) di Stesen 1, Stesen 2, Stesen 3 dan Stesen 4	39
Rajah 4.5.2 : Graf Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan panjang gelombang (nm) di Stesen 5, Stesen 6, Stesen 7 dan Stesen 8	40
Rajah 4.5.3 : Graf Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan panjang gelombang (nm) di Stesen 9, Stesen 10, Stesen 11 dan Stesen 12	41
Rajah 4.5.4 : Graf Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan panjang gelombang (nm) di Stesen 13, Stesen 14, Stesen 15 dan Stesen 18	42
Rajah 4.5.5 : Graf Pekali Pelemahan Peresapan ( $K_d$ ) dan panjang gelombang (nm) di Stesen 19, Stesen 20, Stesen 21 dan Stesen 22	43
Rajah 4.6.1 : Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dan Panjang Gelombang (nm) untuk jenis 1	45
Rajah 4.6.2 : Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dan Panjang Gelombang (nm) untuk jenis 2	46
Rajah 4.6.3 : Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dan Panjang Gelombang (nm) untuk jenis 3	46
Rajah 4.6.4 : Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dan Panjang Gelombang (nm) untuk jenis 4	47
Rajah 4.7.1 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 400nm	49
Rajah 4.7.2 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 412nm	50

Rajah 4.7.3 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 440nm	50
Rajah 4.7.4 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 490nm	51
Rajah 4.7.5 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 510nm	51
Rajah 4.7.6 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 532nm	52
Rajah 4.7.7 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 555nm	52
Rajah 4.7.8 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 650nm	53
Rajah 4.7.9 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 676nm	53
Rajah 4.7.10 : Graf Pembalikan Cahaya Jauh ( $R_{rs}$ ) dengan penyerapan CDOM pada 715nm	54
Rajah 4.8.1 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 400nm	56
Rajah 4.8.2 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 412nm	56
Rajah 4.8.3 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 440nm	57

Rajah 4.8.4 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 490nm	57
Rajah 4.8.5 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 510nm	58
Rajah 4.8.6 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 532nm	58
Rajah 4.8.7 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 555nm	59
Rajah 4.8.8 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 650nm	59
Rajah 4.8.9 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 676nm	60
Rajah 4.8.10 : Graf Pekali Peresapan Pelemahan ( $k_d$ ) dengan penyerapan CDOM pada 715nm	60



## SENARAI SINGKATAN ISTILAH

- 1) Absorption coefficient (a) : Pekali Penyerapan
- 2) Apparent Optical Properties (AOPs) : Ciri-ciri Optik Nyata
- 3) Backscattering coefficient ( $b_b$ ) : Pekali Serakan Secara Berbalik
- 4) Beam attenuation : Alur Pelemahan Cahaya
- 5) Bio-optical Properties : Ciri-ciri Bio-optik
- 6) Bi-directional reflectance ( $Q(\lambda, \theta_s)$ ) : Pembalikan Dua Arah
- 7) Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) : Bahan Organik Terlarut
- 8) Diffuse attenuation coefficient : Pekali Pelemahan Peresapan
- 9) Downwelling irradiance ( $k_d$ ) : Kesinaran Junaman
- 10) Downward irradiance ( $E_d(-, 0^+)$ ) : Kesinaran Kebawah
- 11) Extraterrestrial solar irradiance ( $F_0(\lambda)$ ) : Kesinaran Solar Lebihan Daratan
- 12) Hyperspectral water leaving radiance ( $R(\lambda)$ ) : Radian Hiperspektrum  
Pembalikan Air
- 13) Index Fresnel reflectance ( $\rho$ ) : Indeks Pembalikan 'Fresnel'
- 14) Index Fresnel refractive ( $\mathbb{I}_w$ ) : Indeks Pembiasan 'Fresnel'
- 15) Irradiance reflectance (R) : Pembalikan Kesinaran
- 16) Normalized water leaving radiance ( $L_w(\lambda)$ ) : Penormalan Pembalikan Aliran  
Air
- 17) Particle : Zarah
- 18) Remote sensing reflectance ( $R_{rs}$ ) : Pembalikan Penderian Jauh
- 19) Scattering coefficient (b) : Pekali Serakan

20) Total Suspended Sediment (TSS)	: Jumlah Bahan Terampai
21) Upwelling irradiance	: Kesinaran Pusuan Naik
22) Upward irradiance ( $L_u$ )	: Sinaran Keatas
23) Water leaving reflectance ( $L_w$ )	: Pembalikan Aliran Air

## SENARAI LAMPIRAN

PERKARA	MUKA SURAT
Lampiran 1 : Gambarajah ringkas metodologi projek	76
Lampiran 2 : Gambarajah graf jalur gelombang bagi 'Chromatacity Digram'	77
Lampiran 3 : Cara pengambilan air semasa kerja lapangan	78
Lampiran 4 : Tahap kejernihan air yang tinggi untuk Kes 1 dan Kes 2	79
Lampiran 5 : Nilai $R_{rs}$ di setiap stesen pada panjang gelombang 412nm, 412nm, 440nm, 490nm, 510nm, 532nm, 555nm, 650nm, 676nm dan 715nm	80
Lampiran 6 : Nilai $K_d$ di setiap stesen pada panjang gelombang 412nm, 412nm, 440nm, 490nm, 510nm, 532nm, 555nm, 650nm, 676nm dan 715nm	81
Lampiran 7 : Penunjuk Gulfor untuk kesan nilai regrasi dan perkaitannya	82

## ABSTRAK

Kajian tentang penilaian ciri-ciri optik nyata dan hubungannya dengan Bahan Organik Terlarut (CDOM) telah dijalankan di sekitar perairan Kuala Terengganu. Kajian ini dijalankan bagi mengetahui tentang taburan kepekatan CDOM dan perhubungannya dengan parameter radiometer iaitu  $R_{rs}$  dan  $K_d$ . Kajian dilakukan sebanyak 22 stesen di sepanjang perairan Kuala Terengganu iaitu pada 14 September 2006 dan 17 September 2006. Dalam kajian, parameter radiometer AOP seperti sinaran pusuan naik dan pekali pelemahan peresapan diukur di kawasan lapangan. Penyerapan CDOM yang paling tinggi di kawasan kajian adalah dari  $1.3-1.8\text{m}^{-1}$  pada  $400\text{nm}$ . Di dapati juga CDOM boleh diukur dengan menggunakan nilai  $R_{rs}$  pada panjang gelombang  $676$  melalui hubungan linear. Seterusnya, di dapati bahawa keseluruhan nilai  $K_d$  tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan CDOM. Kajian juga menunjukkan di bawah cahaya yang nyata pada setiap stesen di perairan Kuala Terengganu boleh dibahagikan kepada dua iaitu Kes 1 dan Kes 2. Kes 1 didapati pada stesen 5 hingga stesen 12 manakala Kes 2 pula dominan pada stesen 21 dan stesen 22.

## ABSTRACT

The study of the apparent optical properties and its relationship with CDOM were conducted in the coastal water of Kuala Terengganu. This study was carried-out in order to understand the distribution and concentration of CDOM and in relation to AOP parameter such as  $R_{rs}$  and  $K_d$ . The study was carried out at 22 stations along the coastal water of Kuala Terengganu on 14 and 17 September 2006. In this study, AOP radiometric parameter such as upwelling radiance, remote sensing reflectance and diffuse attenuation coefficient have been measured doing the *in-situ*. Highly variable of CDOM absorption was observed in the study area that ranged from  $1.3-1.8\text{m}^{-1}$  at 400nm. The study found that CDOM can be estimated using the  $R_{rs}$  at 676 wavelength through a linear relationship. However all the  $K_d$  showed no significant relationship with CDOM. Examination of light field revealed that coastal station of Kuala Terengganu can be divided into Case 1 and Case 2 water. Case 1 water can be found at station 5 to station 12 while Case 2 water were primarily dominant at station 21 to station 22.